

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-216988

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 2000-
023227

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing :

31.01.2000

(72)Inventor : SHIMANUKI HIROSHI

SUZUKI MIKIHIRO

KUSANO YOSHIO

KATAGIRI TOSHIKATSU

(54) HUMIDIFYING SYSTEM FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve sufficient humidification at the side of a fuel pole and prevent the breakage of a stack during starting of a fuel cell.

SOLUTION: A humidifying system having a water permeable humidifying device uses a wet air offgas OAw to be exhausted from the side of the air pole of the fuel cell 1, as a humidifying source for humidification at the side of the fuel pole of the fuel cell. A first shutoff valve 7, a second shutoff valve 9 and a fourth shutoff valve 10 are provided in hydrogen piping 22 at the upstream and downstream sides of an anode humidifying device 4. A purge pipe 27 is parted from a branch

connection 22A of the hydrogen piping 22 and the second shutoff valve 8 is provided in the purge piping 27.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The humidification system for fuel cells characterized by using the exhaust gas from the air pole side of said fuel cell in the humidification system for fuel cells equipped with the humidification equipment of a water transparency mold as a source of humidification of said humidification equipment which

performs humidification by the side of the fuel electrode of said fuel cell.

[Claim 2] The humidification system for fuel cells according to claim 1 characterized by having the purge means which carries out the gas purge of the gas passageway which leads to said fuel electrode side at the time of said fuel cell starting.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the humidification system for fuel cells which offered the humidification equipment of a water transparency mold, and relates to a technique effective in prevention, such as burning of achievement of sufficient humidification by the side of a fuel electrode, and the solid-state poly membrane at the time of fuel cell starting, especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the fuel cell using the solid-state poly membrane as an electrolyte membrane comes to have the stack which was made to carry out two or more laminatings of the single cel, and constituted it. This single cel is equipped with the solid-state poly membrane which has ion conductivity, and the fuel electrode (anode electrode) and air pole (cathode electrode) which were supported so that it might stick to those both sides. If air is supplied to the oxidizer path formed as a concave also like the field side which touches an air pole while supplying hydrogen to the fuel gas path formed in the field side which touches a fuel electrode as a concave, the generation of electrical energy based on electrochemical reaction will be performed by inter-electrode [of each ** cel].

[0003] In order to maintain the generating efficiency in that case highly, it is

necessary to maintain a solid-state poly membrane to a saturation moisture state, and to secure the function as a proton (hydrogen ion) conductivity electrolyte. However, it may carry out [that the water generated by electrochemical reaction at the time of a generation of electrical energy is carried out out of a system, etc. and], and desiccation of a solid-state poly membrane may advance. Therefore, in order to maintain good ion conductivity, it is necessary to supply moisture to a solid-state poly membrane.

[0004] For this reason, development of the humidification system for fuel cells which made possible hydration to a solid-state poly membrane is performed by humidifying conventionally beforehand through the air supplied to an air pole side, and the hydrogen supplied to a fuel electrode side to the humidification equipment of a water transparency mold. This kind of humidification equipment is considered as the configuration equipped with the hollow fiber which permits circulation of the water of the direction of thickness (JP,7-71795,A, JP,8-273687,A), for example, humidification by the side of an air pole is performed as follows.

[0005] namely, the inside of the jacket which held the hollow-fiber bundle which is the aggregate of a hollow fiber -- desiccation air -- supplemental payment of a supercharger etc. -- while making it circulate using equipment, when a hollow fiber is penetrated, and the moisture contained in it in this humid off-gas when the humid off-gas which is the exhaust gas from an air pole side is circulated to the internal hollow part of each hollow fiber serves as a steam and is spread in that internal hollow part, the desiccation air which circulates the internal hollow part of each hollow fiber is humidified.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The artificers of this invention acquired knowledge that it is necessary to perform water recovery which used the humid off-gas from an air pole side not only for the humidification by the side of an air pole but for the humidification by the side of a fuel electrode, in order to have made that a possibility that the water recovery income and outgo of the

whole humidification system may stop suiting, and a fuel electrode side cannot fully be humidified arises, and water recovery income and outgo balance, when the humid off-gas from the fuel electrode concerned was used for the humidification by the side of a fuel electrode (JP,6-132038,A).

[0007] Moreover, since a part for the gas not only moisture but in humid off-gas is also penetrated in the humidification equipment of a water transparency mold, when humidifying a fuel electrode side using the humid off-gas from an air pole side, the oxygen contained in humid off-gas may mix in the hydrogen side supplied to a fuel electrode. If it is after a fuel cell halt especially, it turns out that the transparency by the side of the hydrogen of the air contained in this humid off-gas occurs notably.

[0008] When a fuel cell is started in this condition, hydrogen and oxygen react according to the catalyst in a stack, and generate heat, and there is a possibility of causing the performance degradation of a solid-state poly membrane. For this reason, in the humidification system for fuel cells which also humidifies a fuel electrode side using the humid off-gas from an air pole side, to supply hydrogen-oxygen mixed gas to a fuel cell, and to take a cure [like] is desired at the time of fuel cell starting.

[0009] This invention is made in view of such a situation, and the place made into the purpose is shown in aiming at achievement of sufficient humidification by the side of a fuel electrode, and stack breakage prevention at the time of fuel cell starting.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention adopted the following configurations. That is, invention of claim 1 is characterized by using the exhaust gas from the air pole side of said fuel cell in the humidification system for fuel cells equipped with the humidification equipment of a water transparency mold as a source of humidification of said humidification equipment which performs humidification by the side of the fuel electrode of said fuel cell.

[0011] With this configuration, achievement of sufficient humidification by the side of a fuel electrode is attained, making the water recovery income and outgo of the whole humidification system for fuel cells balance, since not only an air pole side but the humidification by the side of a fuel electrode was made to perform moisture using the exhaust gas (the gestalt of operation moist air off-gas OAw) from the air pole side included so much.

[0012] Moreover, invention of claim 2 is characterized by having the purge means (gestalten of operation being consisted of by the 1st latching valve 7, the 2nd latching valve 8, the 3rd latching valve 9, the 4th latching valve 10, and the purge piping 27.) which carries out the gas purge of the gas passageway which leads to said fuel electrode side at the time of said fuel cell starting in the humidification system for fuel cells according to claim 1.

[0013] Fuel gas with which the oxygen temporarily contained in the exhaust gas from an air pole side in the humidification equipment after a fuel cell halt is supplied to a fuel electrode side with this configuration (with the gestalt of operation) Since hydrogen-oxygen mixed gas was made not to be supplied to the fuel electrode of a fuel cell by carrying out the gas purge of the hydrogen-oxygen mixed gas which remains in the gas passageway which leads to a fuel electrode side beforehand at the time of fuel cell starting even if it mixed into hydrogen H₂, engine-performance maintenance of a stack is attained.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of 1 operation of this invention is explained using a drawing. However, since the configuration of the hollow fiber as the fuel cell in a gestalt and water transparency film of this operation is as the column of the above-mentioned conventional technique having explained, those explanation is omitted.

[0015] The system configuration Fig. of the humidification system for fuel cells according [drawing 1] to the gestalt of this operation, The flow chart which shows the latching valve closing motion control flow to which drawing 2 is carried out after a fuel cell halt, and drawing 3 are flow charts which show the latching

valve closing motion control flow performed at the time of fuel cell starting, and the inside of drawing 1 and a sign 1 are a solid-state polyelectrolyte mold fuel cell (it is only hereafter written as a "fuel cell"). 2 -- a supercharger and 3 -- the humidification equipment for cathodes, and 4 -- the humidification equipment for anodes, and 5 -- in pneumatic piping and 6, the 2nd latching valve and 9 show the 3rd latching valve, and, as for air off-gas piping and 7, 10 shows the 4th latching valve, as for the 1st latching valve and 8.

[0016] First, the whole humidification system configuration for fuel cells concerning the gestalt of this operation is explained using drawing 1. Pneumatic piping 5 for supplying the open air ("desiccation air Ad" being called hereafter.) inhaled from the inlet 11 as an oxidizer to the oxidizer path inlet port 12 and the air off-gas piping 6 for exhausting the off-gas ("moist air off-gas OAw" being called hereafter.) discharged from the oxidizer path outlet 13 from an exhaust port 14 are connected to the air pole (cathode electrode) of a fuel cell 1.

[0017] A supercharger 2 and the humidification equipment 3 for cathodes are formed in pneumatic piping 5 toward the fuel cell 1 from the lower stream of a river 11, i.e., an inlet, at this order from the flow direction upstream of desiccation air Ad. Moreover, the humidification equipment 3 for cathodes, the humidification equipment 4 for anodes, and a pressure regulating valve 16 are formed in the air off-gas piping 6 toward the exhaust port 14 from the lower stream of a river 1, i.e., a fuel cell, at this order from the flow direction upstream of moist air off-gas OAw.

[0018] And in the humidification equipment 3 for cathodes over the both sides of pneumatic piping 5 and the air off-gas piping 6, the open air Ad inhaled from the inlet 11, i.e., desiccation air, collects the moisture in the moist air off-gas OAw discharged from the fuel cell 1, it turns into highly humid ** air Aw, and is supplied to a fuel cell 1.

[0019] the fuel electrode (anode electrode) of a fuel cell 1 -- a fuel source -- the hydrogen piping 22 for supplying the hydrogen H₂ supplied from a high-pressure hydrogen tank (illustration abbreviation) to the fuel gas path inlet port 21 and the hydrogen off-gas return piping 26 for returning the off-gas ("humid hydrogen off-

gas OHw" being called hereafter.) discharged from the fuel gas path outlet 23 to the hydrogen piping 22 through an injector 24 are connected. Moreover, from tee 22A of the hydrogen piping 22, the purge piping 27 for exhausting the residual gas in the hydrogen piping 22 concerned at the time of fuel cell starting has branched.

[0020] An injector 24, the 3rd latching valve 9, the humidification equipment 4 for anodes, the 1st latching valve 7, and the 4th latching valve 10 are formed in the hydrogen piping 22 toward the fuel cell 1 at this order from the lower stream of a river, i.e., the high-pressure hydrogen tank which is not illustrated, from the flow direction upstream of hydrogen H₂. Moreover, the 2nd latching valve 8 is formed in the purge piping 27 between tee 22A from the hydrogen piping 22, and an exhaust port 28.

[0021] And in the humidification equipment 4 for anodes over the both sides of the hydrogen piping 22 and the air off-gas piping 6, the hydrogen H₂ supplied from a high-pressure hydrogen tank collects the moisture in the moist air off-gas OAw discharged from the fuel cell 1, turns into high humid hydrogen Hw, and is supplied to a fuel cell 1.

[0022] Thus, the high humid hydrogen Hw and the highly humid ** air Aw which were humidified are supplied to the fuel gas path and oxidizer path which were formed in the fuel cell 1, respectively, and a generation of electrical energy is presented with them, and also the hydration for holding a solid-state poly membrane to a saturation moisture state is presented with them.

[0023] In addition, in pneumatic piping 5, having formed the humidification equipment 4 for anodes in the flow direction downstream of moist air off-gas OAw rather than the humidification equipment 3 for cathodes is based on the following reason. That is, since the moisture contained in humid hydrogen off-gas OHw is returned to the hydrogen piping 22 by the injector 24, the hydrogen H₂ supplied to the humidification equipment 4 for anodes is not so dry as the desiccation air Ad supplied to the humidification equipment 3 for cathodes. Therefore, it enabled it to humidify first the desiccation air Ad which needs more

humidification by considering as the arrangement like the above.

[0024] Next, it explains that closing motion control processing of the 1st latching valve 7 performed at the time after a fuel cell halt of fuel cell starting, the 2nd latching valve 8, the 3rd latching valve 9, and the 4th latching valve 10 flows using the flow chart of drawing 2 and drawing 3.

[0025] In the flow chart of drawing 2 which shows the flow of processing after a fuel cell halt, it is first judged in step S1 how [that the fuel cell 1 stopped] it is. When a fuel cell 1 stops as a result of the judgment (a judgment result is "Yes"), processing progresses to step S3, and when a fuel cell 1 is operating (a judgment result is "No"), processing returns first.

[0026] At step S3, the 1st latching valve 7 is made "close" from "open." Then, the mixed gas of the hydrogen H₂ from a high-pressure hydrogen tank and the humid hydrogen off-gas OH_w from a fuel cell 1 is no longer introduced into the fuel gas path of a fuel cell 1. Then, in step S5, the 3rd latching valve 9 is made "close" from "open", and the 4th latching valve 10 is further made "close" from "open" in step S7. In addition, as for the 2nd latching valve 8, the "close" condition at the time of fuel cell operation is maintained as it is.

[0027] On the other hand, in the flow chart of drawing 3 which shows the flow of the processing at the time of fuel cell starting, it is first judged in step S11 whether the starting instruction of a fuel cell 1 is emitted. When the starting instruction is emitted as a result of the judgment (a judgment result is "Yes"), processing progresses to step S13, and when the starting instruction is not emitted (a judgment result is "No"), processing returns first.

[0028] At step S13, the 3rd latching valve 9 is made "open" from "close." Subsequently, in step S15, the 1st latching valve 7 is made "open" from "close", and the 2nd latching valve 8 is further made "open" from "close" in step S17. Then, the hydrogen piping 22 and the purge piping 27 are open for free passage, and the distribution channel of hydrogen H₂ serves as an injector 24, the 3rd latching valve 9, the humidification equipment 4 for anodes, the 1st latching valve 7, the 2nd latching valve 8, and open-loop [to which hydrogen H₂ circulates in

order of an exhaust port 28] from a high-pressure hydrogen gas holder.

[0029] Then, a delay timer is made to set and start the predetermined latency time in step S19. Thereby, advance of subsequent processing stops only predetermined time. Hydrogen H₂ is supplied to the hydrogen piping 22 from the high-pressure hydrogen gas holder until this latency time passes.

[0030] For this reason, the residual gas shut up between the 1st latching valve 7 and the 3rd latching valve 9, i.e., the hydrogen-oxygen mixed gas which the oxygen from moist air off-gas OAw comes to penetrate at a hydrogen H₂ side in the humidification equipment 4 for anodes during a fuel cell halt, is driven out by the hydrogen H₂ newly supplied from a high-pressure hydrogen gas holder (a gas purge carried out), and it is discharged from an exhaust port 28 through the purge piping 27. Thereby, the exothermic reaction of the hydrogen in a fuel cell 1 and oxygen can be avoided effectively, and it becomes possible to prevent the stack breakage at the time of starting.

[0031] Since it is for operating a delay timer and delaying advance of subsequent processing purging the hydrogen-oxygen mixed gas closed between the 1st latching valve 7 and the 3rd latching valve 9 out of this humidification system, the latency time which should be set to a delay timer is set to sufficient time amount required for the purge of hydrogen-oxygen mixed gas, for example, 2 - 3 seconds. In addition, discharge of a delay timer forms O₂ sensor and H₂ sensor between not only time amount progress but the 1st latching valve 7, and the 3rd latching valve 9, and may be based on an output from these sensors.

[0032] If the latency time predetermined at step S19 passes, in step S21, the 2nd latching valve 8 will be made "close" from "open", and the 4th latching valve 10 will be further made "open" from "close" in step S23. Then, the distribution channel of hydrogen H₂ serves as a closed loop to which hydrogen H₂ circulates in order of an injector 24, the 3rd latching valve 9, the humidification equipment 4 for anodes, the 1st latching valve 7, the 4th latching valve 10, a fuel cell 1, and an injector 24 from a high-pressure hydrogen gas holder. After an appropriate time, a fuel cell 1 is started in step S25.

[0033] After fuel cell starting, motorised [of the supercharger 2] is carried out and desiccation air Ad is incorporated in pneumatic piping 5 from an inlet 11. If desiccation air Ad is supplied to the humidification equipment 3 for cathodes, desiccation air Ad will be humidified by the moist air off-gas OAw supplied from the fuel cell 1 through the air off-gas piping 6, and desiccation air Ad will turn into highly humid ** air Aw.

[0034] After being supplied in a fuel cell 1 from the oxidizer path inlet port 12 through pneumatic piping 5 and presenting the hydration to a generation of electrical energy and a solid-state poly membrane, through the oxidizer path outlet 13, this highly humid ** air Aw serves as moist air off-gas OAw from a fuel cell 1, and is discharged. Since the moist air off-gas OAw discharged from the fuel cell 1 contains moisture so much, in case it passes the object for cathodes, and the humidification equipments 3 and 4 for anodes, it is used as desiccation air Ad and a source of humidification of hydrogen H₂. The moist air off-gas OAw which presented humidification of desiccation air Ad and hydrogen H₂, and was dehumidified turns into dry air off-gas OAd, and is exhausted from an exhaust port 14.

[0035] On the other hand, the hydrogen H₂ from a high-pressure hydrogen tank is supplied to the humidification equipment 4 for anodes through the hydrogen piping 22. In the humidification equipment 4 for anodes, hydrogen H₂ is humidified by the moist air off-gas OAw supplied through the humidification equipment 3 for cathodes through the air off-gas piping 6 from the fuel cell 1. The balance of the water recovery income and outgo of this whole humidification system being maintained since the source slack moist air off-gas OAw of humidification contains a lot of moisture at this time, hydrogen H₂ is fully humidified and turns into high humid hydrogen Hw.

[0036] After being supplied in a fuel cell 1 from the fuel gas path inlet port 21 through the hydrogen piping 22 and presenting the hydration to a generation of electrical energy and a solid-state poly membrane, through the fuel gas path outlet 23, high humid hydrogen Hw serves as humid hydrogen off-gas OHw from

a fuel cell 1, and is discharged. The humid hydrogen off-gas OHw discharged from the fuel cell 1 passes along the hydrogen off-gas return piping 26, and is returned to the hydrogen piping 22 through an injector 24.

[0037] In addition, with the gestalt of this operation, since the 3rd latching valve 9 is formed in the upstream of the humidification equipment 4 for anodes, after a fuel cell halt becomes possible [closing the vertical style of the humidification equipment 4 for anodes by short piping length], and has the composition that the gas purge time amount at the time of fuel cell starting can be shortened.

[0038] However, this invention may be the configuration of having lost the 3rd latching valve 9, as shown such in not only a configuration but in drawing 4 . In this case, the flow of processing of the latching valve closing motion control performed at the time after a halt of a fuel cell 1 of starting becomes as it is shown in drawing 5 and drawing 6 . That is, it becomes the flow of the processing which lost steps S5 and S13 related to control of the 3rd latching valve 9 from the flow chart of drawing 2 and drawing 3 .

[0039]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness can be acquired so that clearly from the above explanation.

(1) In the humidification system for fuel cells of claim 1, sufficient humidification by the side of a fuel electrode can be attained, making the water recovery income and outgo of the whole humidification system for fuel cells balance, since not only an air pole side but the humidification by the side of a fuel electrode was made to perform moisture using the exhaust gas from the air pole side included so much.

[0040] (2) In the humidification system for fuel cells of claim 2 Even if the oxygen contained in the exhaust gas from an air pole side in the humidification equipment after a fuel cell halt mixes into the fuel gas supplied to a fuel electrode side Since hydrogen-oxygen mixed gas is no longer supplied to the fuel electrode of a fuel cell by carrying out the gas purge of the hydrogen-oxygen mixed gas which remains in the gas passageway which leads to a fuel electrode side

beforehand at the time of fuel cell starting, stack breakage is effectively avoidable.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the system configuration Fig. of the humidification system for fuel cells by the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 2] In the humidification system for fuel cells shown in drawing 1 , it is the flow chart which shows the latching valve closing motion control flow performed after a fuel cell halt.

[Drawing 3] In the humidification system for fuel cells shown in drawing 1 , it is the flow chart which shows the latching valve closing motion control flow performed at the time of fuel cell starting.

[Drawing 4] It is the system configuration Fig. of the humidification system for fuel cells by the gestalt of other operations of this invention.

[Drawing 5] In the humidification system for fuel cells shown in drawing 4 , it is the flow chart which shows the latching valve closing motion control flow performed after a fuel cell halt.

[Drawing 6] In the humidification system for fuel cells shown in drawing 4 , it is the flow chart which shows the latching valve closing motion control flow performed at the time of fuel cell starting.

[Description of Notations]

1 Fuel Cell

3 Humidification Equipment for Cathodes

4 Humidification Equipment for Anodes

7 1st Latching Valve (a Part of Purge Means)

8 2nd Latching Valve (a Part of Purge Means)

9 3rd Latching Valve (a Part of Purge Means)

10 4th Latching Valve (a Part of Purge Means)

27 Purge Piping (a Part of Purge Means)

OAw Moist air off-gas (exhaust gas from an air pole side)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-216988

(P2001-216988A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許庁 (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04
			K 5 H 0 2 6
			X 5 H 0 2 7
	8/10		8/10

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-23227 (P2000-23227)

(22) 出願日 平成12年1月31日 (2000.1.31)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 高貴 寛士

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技研研究所内

(72) 発明者 鈴木 幹浩

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技研研究所内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外5名)

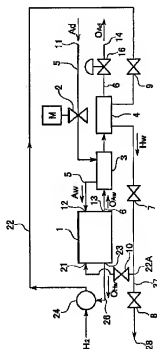
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用加湿システム

(57) 【要約】

【課題】 燃料極側の十分な加湿の達成、及び燃料電池起動時のスタック破損防止。

【解決手段】 水透過型の加湿装置を備えた燃料電池用加湿システムにおいて、燃料電池1の燃料極側の加湿を行う加湿源として、燃料電池1の空気極側から排出される湿潤空気オフガスOAwを用いた。また、水素配管22中、アノード用加湿装置4の上下流に第1遮断弁7、第3遮断弁9、第4遮断弁10を設けた。更に、水素配管22の分岐部22Aからパーズ配管27を分岐させ、このパーズ配管27中に第2遮断弁8を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水透過型の加湿装置を備えた燃料電池用加湿システムにおいて、前記燃料電池の燃料極側の加湿を行う前記加湿装置の加湿源として、前記燃料電池の空気極側からの排気ガスを用いたことを特徴とする燃料電池用加湿システム。

【請求項2】 前記燃料極側へ通じるガス通路を、前記燃料電池起動時にガスバージするバージ手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の燃料電池用加湿システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水透過型の加湿装置を供した燃料電池用加湿システムに係わり、特に、燃料極側の十分な加湿の達成、及び燃料電池起動時における固体高分子膜の焼損等防止に有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば、固体高分子膜を電解質膜として用いた燃料電池は、単セルを複数層積ませて構成したスタックを備えてなる。この単セルは、イオン伝導性を有する固体高分子膜と、その両面に密着するように支持された燃料極（アノード電極）及び空気極（カソード電極）とを備え、燃料極に接する側面に凹溝として形成された燃料ガス通路に水を供給すると共に、空気極に接する側面にも同様に凹溝として形成された酸化剤通路に空気を供給すると、各単セルの電極間で電気化学反応に基づく発電が行われる。

【0003】 その際の発電効率を高く維持するには、固体高分子膜を飽和含水状態に維持し、プロトン（水素イオン）導電性電解質としての機能を確保する必要がある。ところが、発電時においては、電気化学反応により生成された水が系外に持ち出される等して、固体高分子膜の乾燥が進行することがある。よって、良好なイオン伝導性を維持するためには、固体高分子膜に水分を補給する必要がある。

【0004】 このため、従来より、空気極側に供給する空気、及び燃料極側に供給する水を予め水透過型の加湿装置に通して加湿しておくことにより、固体高分子膜への水分補給を可能にした燃料電池用加湿システムの開発が行われている。この種の加湿装置は、膜厚方向の水の流通を許する中空糸膜を備えた構成とされており（特開平7-1795号、特開平8-273687号）、例えば、空気極側の加湿は、次のように行われる。

【0005】 即ち、中空糸膜の集合体である中空糸膜束を収容したジャケット内に、乾燥エアをスーパーチャージャー等の加給装置を用いて流通させると共に、各中空糸膜の内空部に、空気極側からの排気ガスである湿潤オフガスを流通させると、この湿潤オフガス中に含まれる水分が中空糸膜を透過し、その内空部に水蒸気となって拡

散することにより、各中空糸膜の内空部を流通する乾燥エアが加湿される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の発明者らは、燃料極側の加湿に当該燃料極からの湿潤オフガスを利用すると（特開平6-132038号）、加湿システム全体の水回収収支が合わなくなり、燃料極側を十分に加湿できないおそれが生じること、及び水回収収支をバランスさせるには、空気極側の加湿だけでなく燃料極側の加湿にも、空気極側からの湿潤オフガスを利用した水回収を行う必要があるとの知見を得た。

【0007】 また、水透過型の加湿装置内においては、水分だけでなく湿潤オフガス中のガス分も透過してしまうため、空気極側からの湿潤オフガスを利用して燃料極側を加湿する場合には、湿潤オフガス中に含まれる酸素が、燃料極に供給される水素側に混入してしまうことがある。特に、燃料電池停止後にある場合は、この湿潤オフガス中に含まれるエアの水素側への透過が顕著に発生することがわかつている。

【0008】 この状態で燃料電池を起動すると、水素と酸素がスタック内の触媒により反応して発熱し、固体高分子膜の性能劣化を招くおそれがある。このため、空気極側からの湿潤オフガスを利用して燃料極側をも加湿する燃料電池用加湿システムにおいては、燃料電池起動時に水素-酸素混合ガスが燃料電池に供給されような対策を講じておくことが望まれる。

【0009】 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、燃料極側の十分な加湿の達成、及び燃料電池起動時のスタック破損防止を図ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を採用した。即ち、請求項1の発明は、水透過型の加湿装置を備えた燃料電池用加湿システムにおいて、前記燃料電池の燃料極側の加湿を行う前記加湿装置の加湿源として、前記燃料電池の空気極側からの排気ガスを用いたことを特徴としている。

【0011】 この構成では、水分を多量に含む空気極側からの排気ガス（実施の形態では、湿潤空気オフガス0Aw）を利用して、空気極側だけでなく燃料極側の加湿も行うようにしたので、燃料電池用加湿システム全体の水回収収支をバランスさせつつ、燃料極側の十分な加湿の達成が可能となる。

【0012】 また、請求項2の発明は、請求項1記載の燃料電池用加湿システムにおいて、前記燃料極側へ通じるガス通路を、前記燃料電池起動時にガスバージするバージ手段（実施の形態では、第1遮断弁7、第2遮断弁8、第3遮断弁9、第4遮断弁10、バージ配管27により構成されている。）を備えたことを特徴としている。

【0013】この構成では、仮に燃料電池停止後の加湿装置内において、空気極側からの排気ガス中に含まれる酸素が、燃料極側に供給される燃料ガス（実施の形態では、水素 H_2 ）中に混入したとしても、燃料電池起動時に予め、燃料極側へ通じるガス通路内に残存する水素-酸素混合ガスをガスバージングしておくことにより、水素-酸素混合ガスが燃料電池の燃料極に供給されないようにしたため、スタックの性能維持が可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて、本発明の一実施の形態について説明する。但し、本実施の形態における燃料電池及び水透過膜としての中空糸膜の構成は、上記従来技術の欄で説明した通りであるため、それらの説明は省略する。

【0015】図1は本実施の形態による燃料電池用加湿システムのシステム構成図、図2は燃料電池停止後に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャート、図3は燃料電池起動時に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャートであり、図1中、符号1は固体高分子型燃料電池（以下、単に「燃料電池」と略記する。）、2はスーパーチャージャ、3はカソード用加湿装置、4はアノード用加湿装置、5は空気配管、6は空気オフガス配管、7は第1遮断弁、8は第2遮断弁、9は第3遮断弁、10は第4遮断弁を示している。

【0016】まず、図1を用いて、本実施の形態に係る燃料電池用加湿システムの全体構成について説明する。燃料電池1の空気極（カソード電極）には、酸化剤として吸気口11から吸入した外気（以下、「乾燥エアA_d」と呼称する。）を酸化剤通路入口12へ供給するための空気配管5と、酸化剤通路出口13から排出されたオフガス（以下、「湿潤空気オフガスO_{Aw}」と呼称する。）を排気口14から排気するための空気オフガス配管6が接続されている。

【0017】空気配管5には、乾燥エアA_dの流方向上流から下流、即ち、吸気口11から燃料電池1へ向かい、スーパーチャージャ2及びカソード用加湿装置3がこの順に設けられている。また、空気オフガス配管6には、湿潤空気オフガスO_{Aw}の流方向上流から下流、即ち、燃料電池1から排気口14へ向かい、カソード用加湿装置3、アノード用加湿装置4、圧力調整弁16がこの順に設けられている。

【0018】そして、吸気口11から吸入された外気、即ち、乾燥エアA_dは、空気配管5と空気オフガス配管6の双方に跨るカソード用加湿装置3において、燃料電池1から排出された湿潤空気オフガスO_{Aw}中の水分を回収して高湿潤エアA_wとなり、燃料電池1へ供給される。

【0019】燃料電池1の燃料極（アノード電極）には、燃料供給源たる高圧水素タンク（図示略）から供給される水素 H_2 を燃料ガス通路入口21へ供給するため

の水素配管22と、燃料ガス通路出口23から排出されたオフガス（以下、「湿潤水素オフガスO_{Hw}」と呼称する。）をインジェクタ24を介して水素配管22へ戻すための水素オフガスリターン配管26が接続されている。また、水素配管22の分岐部22Aからは、燃料電池起動時に当該水素配管22内の残留ガスを排気するためのバージ配管27が分岐している。

【0020】水素配管22には、水素 H_2 の流方向上流から下流、即ち、図示せぬ高圧水素タンクから燃料電池1へ向かい、インジェクタ24、第3遮断弁9、アノード用加湿装置4、第1遮断弁7、第4遮断弁10がこの順に設けられている。また、バージ配管27には、水素配管22からの分岐部22Aと排気口28との間に第2遮断弁8が設けられている。

【0021】そして、高圧水素タンクから供給される水素 H_2 は、水素配管22と空気オフガス配管6の双方に跨るアノード用加湿装置4において、燃料電池1から排出された湿潤空気オフガスO_{Aw}中の水分を回収して高湿潤水素 H_w となり、燃料電池1へ供給される。

【0022】このようにして加湿された高湿潤水素 H_w 及び高湿潤エアA_wは、それぞれ燃料電池1内に形成された燃料ガス通路及び酸化剤通路に供給されて発電に供される他、固体高分子型膜を飽和含水状態に保持するための水分補給に供される。

【0023】なお、空気配管5において、アノード用加湿装置4をカソード用加湿装置3よりも湿潤空気オフガスO_{Aw}の流方向下流側に設けているのは、次の理由による。即ち、水素配管22には、湿潤水素オフガスO_{Hw}中に含まれる水分がインジェクタ24により戻されるため、アノード用加湿装置4に供給される水素 H_2 は、カソード用加湿装置3に供給される乾燥エアA_dほどドライではない。よって、上記の如き配置とすることで、より多くの加湿を必要とする乾燥エアA_dをまず先に加湿できるようにした。

【0024】次に、図2及び図3のフローチャートを用いて、燃料電池停止後及び燃料電池起動時に行われる第1遮断弁7、第2遮断弁8、第3遮断弁9、第4遮断弁10の開閉制御処理の流れについて説明する。

【0025】燃料電池停止後の処理の流れを示す図2のフローチャートでは、まず、ステップS1において、燃料電池1が停止したかどうか判定される。その判定の結果、燃料電池1が停止した場合（判定結果が「Yes」）には、処理がステップS3に進み、燃料電池1が運転中である場合（判定結果が「No」）には、処理が最初に戻る。

【0026】ステップS3では、第1遮断弁7を「開」から「閉」にする。すると、燃料電池1の燃料ガス通路には、高圧水素タンクからの水素 H_2 と、燃料電池1からの湿潤水素オフガスO_{Hw}との混合ガスが導入されなくなる。その後、ステップS5において、第3遮断弁9を

「開」から「閉」にし、更に、ステップS7において、第4遮断弁10を「開」から「閉」にする。なお、第2遮断弁8は、燃料電池運転時の「閉」状態がそのまま維持される。

【0027】 他方、燃料電池起動時の処理の流れを示す図3のフローチャートでは、まず、ステップS11において、燃料電池1の起動命令が発せられているかどうか判定される。その判定の結果、起動命令が発せられている場合（判定結果が「Yes」）には、処理がステップS13に進み、起動命令が発せられていない場合（判定結果が「No」）には、処理が最初に戻る。

【0028】 ステップS13では、第3遮断弁9を「閉」から「開」にする。次いで、ステップS15において、第1遮断弁7を「閉」から「開」にし、更に、ステップS17において、第2遮断弁8を「閉」から「開」にする。すると、水素配管22とパージ配管27とが連通し、水素H₂の流通経路は、高圧水素ガスタンクからインジェクタ24、第3遮断弁9、アノード用加湿装置4、第1遮断弁7、第2遮断弁8、排気口28の順に水素H₂が流通するオープン・ループとなる。

【0029】 その後、ステップS19において、ディレータイマに所定の待ち時間をセットし、スタートさせる。これにより、その後の処理の進行は所定時間だけ停止する。この待ち時間が経過するまでの間、高圧水素ガスタンクから水素配管22には、水素H₂が供給されている。

【0030】 このため、第1遮断弁7と第3遮断弁9との間に閉じ込められていた残留ガス、即ち、燃料電池停止中にアノード用加湿装置4内において、湿潤空気オフガスO_{AW}からの酸素が水素H₂側に透過してなる水素-酸素混合ガスが、新たに高圧水素ガスタンクから供給される水素H₂によって追い出され（ガスバージされ）、パージ配管27を通過して排気口28から排出される。これにより、燃料電池1内における水素と酸素の発熱反応を有効に回避し得て、起動時におけるスタック破損を防止することが可能となる。

【0031】 ディレータイマを動作させてその後の処理の進行を遅らせるのは、第1遮断弁7と第3遮断弁9との間に封じ止した水素-酸素混合ガスを本加湿システム外にバージするためであるから、ディレータイマにセットすべき待ち時間は、水素-酸素混合ガスのバージに必要な時間、例えば、2〜3秒に設定される。なお、ディレータイマの解除は、時間経過に限らず、第1遮断弁7と第3遮断弁9との間にO₂センサやH₂センサを設けておき、これらセンサからの出力結果に基づくものであっても構わない。

【0032】 ステップS19で所定の待ち時間が経過すると、ステップS21において、第2遮断弁8を「開」から「閉」にし、更に、ステップS23において、第4遮断弁10を「開」から「閉」にする。すると、水素H

2の流通経路は、高圧水素ガスタンクからインジェクタ24、第3遮断弁9、アノード用加湿装置4、第1遮断弁7、第4遮断弁10、燃料電池1、インジェクタ24の順に水素H₂が流通するクローズドループとなる。しかる後、ステップS25において、燃料電池1が起動される。

【0033】 燃料電池起動後は、スーパーチャージャ2がモータ駆動され、吸気口11から空気配管5内に乾燥エアAdが取り込まれる。乾燥エアAdがカソード用加湿装置3へ供給されると、空気オフガス配管6を通過して燃料電池1から供給された湿潤空気オフガスO_{AW}により乾燥エアAdが加湿され、乾燥エアAdは高温湿潤エアAwとなる。

【0034】 この高温湿潤エアAwは、空気配管5を通過して酸化剤通路入口12から燃料電池1内に供給され、発電及び固体高分子膜への水分補給に供された後、酸化剤通路出口13を通過して燃料電池1から湿潤空気オフガスO_{AW}となって排出される。燃料電池1から排出された湿潤空気オフガスO_{AW}は水分を多量に含むため、カソード用及びアノード用加湿装置3、4を通過する際、乾燥エアAd及び水素H₂の加湿源として利用される。乾燥エアAd及び水素H₂の加湿に供し除湿された湿潤空気オフガスO_{AW}は、乾燥空気オフガスO_{Ad}となって排気口14から排気される。

【0035】 他方、高圧水素タンクからの水素H₂は、水素配管22を通過してアノード用加湿装置4へ供給される。アノード用加湿装置4においては、空気オフガス配管6を通過して燃料電池1からカソード用加湿装置3を介して供給された湿潤空気オフガスO_{AW}により、水素H₂が加湿される。このとき、加湿源たる湿潤空気オフガスO_{AW}が多量の水分を含んでいるため、本加湿システム全体の水回収収支のバランスが保たれる。水素H₂は十分に加湿されて高温湿潤水素Hwとなる。

【0036】 高温湿潤水素Hwは、水素配管22を通過して燃料ガス通路入口21から燃料電池1内に供給され、発電及び固体高分子膜への水分補給に供された後、燃料ガス通路出口23を通過して燃料電池1から湿潤水素オフガスO_{Hw}となって排出される。燃料電池1から排出された湿潤水素オフガスO_{Hw}は、水素オフガスターン配管26を通り、インジェクタ24を介して水素配管22に戻される。

【0037】 なお、本実施の形態では、第3遮断弁9をアノード用加湿装置4の上流側に設けているため、燃料電池停止後は、アノード用加湿装置4の下下流を短い配管長で封止することが可能となり、燃料電池起動時におけるガスバージ時間を短縮することができる構成となっている。

【0038】 しかしながら、本発明は、このような構成に限らず、例えば図4に示すように、第3遮断弁9をなくした構成であっても構わない。この場合、燃料電池1

の停止後及び起動時に行われる遮断弁開閉制御の処理の流れは、図5及び図6に示す通りになる。即ち、図2及び図3のフローチャートから第3遮断弁9の制御に関係するステップS5、S13をなくした処理の流れとなる。

【0039】

【発明の効果】以上の説明から明かなように、本発明によれば、以下の効果を得ることができる。

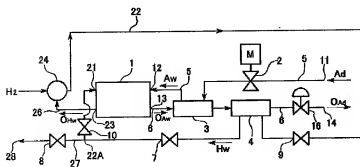
(1) 請求項1の燃料電池用加湿システムでは、水分を多量に含む空気極側からの排気ガスを利用して、空気極側だけでなく燃料極側の加湿も行うようにしたので、燃料電池用加湿システム全体の水回収収支をバランスさせつつ、燃料極側の十分な加湿を達成することができる。

【0040】(2) 請求項2の燃料電池用加湿システムでは、仮に燃料電池停止後の加湿装置内において、空気極側からの排気ガス中に含まれる酸素が、燃料極側に供給される燃料ガス中に混入しても、燃料電池起動時に予め、燃料極側へ通じるガス通路内に残存する水素-酸素混合ガスをガスパージすることにより、水素-酸素混合ガスが燃料電池の燃料極に供給されなくなるので、スタック破損を有効に回避することができる。

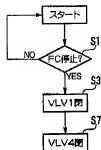
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態による燃料電池用加湿システムのシステム構成図である。

【図1】



【図5】



【図2】 図1に示す燃料電池用加湿システムにおいて、燃料電池停止後に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャートである。

【図3】 図1に示す燃料電池用加湿システムにおいて、燃料電池起動時に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャートである。

【図4】 本発明の他の実施の形態による燃料電池用加湿システムのシステム構成図である。

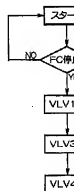
【図5】 図4に示す燃料電池用加湿システムにおいて、燃料電池停止後に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャートである。

【図6】 図4に示す燃料電池用加湿システムにおいて、燃料電池起動時に行われる遮断弁開閉制御の流れを示すフローチャートである。

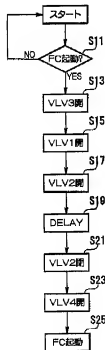
【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 3 カソード用加湿装置
- 4 アノード用加湿装置
- 7 第1遮断弁 (パージ手段の一部)
- 8 第2遮断弁 (パージ手段の一部)
- 9 第3遮断弁 (パージ手段の一部)
- 10 第4の遮断弁 (パージ手段の一部)
- 27 パージ配管 (パージ手段の一部)
- OAw 湿潤空気オフガス (空気極側からの排気ガス)

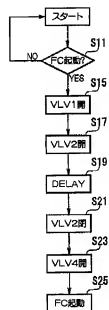
【図2】



【図3】



【图 6】



(72)発明者 片桐 敏勝
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 BA13 BA19 MM01